

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE C (Ulm, 6h, Coefficient 7)

Membres du jury : F. Levrier, J. Estève, J. Gabelli, S. Nascimbène

Le sujet de l'épreuve de physique C (spécifique à l'ENS Ulm) portait cette année sur la mission spatiale Planck, mission de l'ESA visant à cartographier les anisotropies du rayonnement micro-onde cosmologique (CMB).

Le sujet était composé de quatre parties très largement indépendantes les unes des autres. Il était volontairement très long, de manière à évaluer au mieux les aptitudes des candidats. Le contenu de l'épreuve faisait en effet d'une part appel aux connaissances exigibles des élèves du cursus PC, notamment en thermodynamique et électrocinétique, et permettait d'autre part de tester leur sens physique au moyen de nombreuses applications numériques, et de raisonnements simples de type « règle de trois ».

La première partie présentait les quantités usuelles de la physique du rayonnement, et les mettait en oeuvre pour établir les propriétés du fond cosmologique (température moyenne, anisotropie principale dipolaire, niveaux des fluctuations résiduelles). Les candidats étaient fortement guidés au cours de cette partie.

La deuxième part traitait d'un rayonnement micro-ondes parasitant celui du CMB, à savoir l'émission des poussières interstellaires chauffées par le rayonnement UV et visible des étoiles de la Galaxie. L'objectif de cette partie était de montrer que pour les lignes de visée proches du plan Galactique, cette émission domine largement celle du CMB. Là encore, les raisonnements demandés aux candidats étaient relativement simples.

La troisième partie présentait le système de détection bolométrique utilisé à bord de l'un des instruments de Planck. Elle abordait également les questions de résolution spatiale de l'instrument, qui sont intimement liées à celles du temps de réponse des détecteurs. Cette partie devait amener les candidats à conclure que pour fonctionner correctement, les détecteurs doivent être fortement refroidis (0.1 K)

La quatrième et dernière partie traitait justement des systèmes de refroidissement des bolomètres de Planck : réfrigérateur Joule-Thomson et réfrigérateur à dilution, dont le principe était comparé à celui, plus simple, du réfrigérateur à évaporation.

Sur les 319 copies rendues, la moyenne est de 9,21 avec un écart-type de 3,98.

Le jury a pu constater quelques excellentes compositions, de la part de candidats faisant notamment preuve d'un grand sens physique. Malheureusement, une grande partie des candidats fait montre de lacunes rédhibitoires à ce niveau. Certaines questions les ont particulièrement révélé :

- Q14 et Q15 : En raison d'un oubli du travail des forces de pression, la dérivation de l'expression de l'entropie est souvent faite en supposant à tort que le volume est constant. La variation du volume de l'Univers dans les questions suivantes n'amène pas pour autant de remise en question.

- Q26 et Q40 : Le jury a vu beaucoup trop de résolutions erronées de ces équations différentielles linéaires du premier ordre à coefficients constants.

- Q57 : Le jury déplore le très petit nombre de candidats capables d'établir la fonction de transfert à partir de l'équation différentielle de Q55

- Q64 : La démonstration de la constance de l'enthalpie dans la détente de Joule-Thomson n'a été faite proprement que dans de trop rares copies.

- Q73 : Trop de candidats semblent faire appel à leur mémoire défaillante et écrivent une expression dimensionnellement incorrecte de la chaleur latente de vaporisation en fonction de l'entropie molaire et de la température.